



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 32 953 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
B 64 C 3/50
B 64 C 13/28
B 64 C 9/18
B 64 C 3/48

②① Aktenzeichen: 197 32 953.5-22
②② Anmeldetag: 31. 7. 97
②③ Offenlegungstag: -
②④ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 3. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

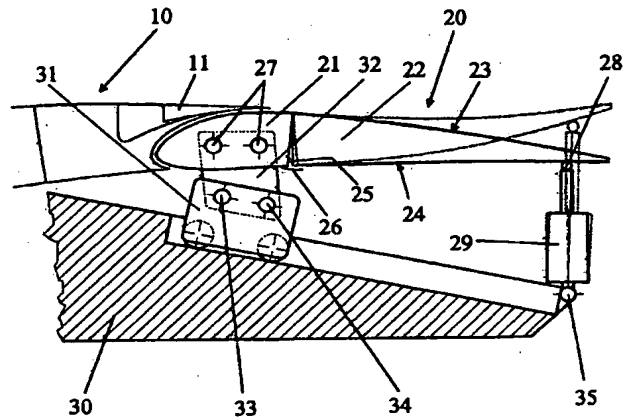
⑦② Erfinder:
Bauer, Claus, 63303 Dreieich, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

| | |
|-------|--------------|
| DE | 41 07 556 C1 |
| DE-PS | 7 03 375 |
| DE | 42 43 203 A1 |
| DE | 31 33 961 A1 |
| US | 42 47 066 |

⑤④ Tragflügel mit Landeklappe

⑤⑦ Die Erfindung umfaßt einen Tragflügel (10) mit mindestens einer die Hinterkante des Tragflügels bildenden und über einen Bewegungsmechanismus angelenkten Landeklapper (20), mit einer Klappennase (21) und einer Klappenhinterkante (22), durch eine saugseitige Deckhaut (23) und eine druckseitige Deckhaut (24) begrenzt, wobei mittels einer an der Landeklappe (20) angelenkten Betätigungsverrichtung (29) die Hinterkante elastisch verbiegbare ist.



DE 197 32 953 C 1

DE 197 32 953 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Tragflügel mit mindestens einer der Hinterkante des Tragflügels bildenden und über einen Bewegungsmechanismus angelenkten Landeklappen, mit einer Klappennase, einer durch eine saugseitige Deckhaut und eine druckseitige Deckhaut begrenzte Klappenhinterkante und einer Betätigungsvorrichtung zur elastischen Verbiegung der Hinterkante.

Bei der Tragflügelgestaltung von Flugzeugen ist es wünschenswert, die Geometrie des Tragflügelprofils an die veränderlichen Randbedingungen im Verlauf einer Flugmission anzupassen.

Bei konventionellen Tragflügeln wird eine Änderung der Tragflügelhinterkante nur in der Start- und Landephase durchgeführt. Bei einer möglichen Vorrichtung für eine an einen Tragflügel angeordnete Landeklappen ist, wie aus DE 41 07 556 C1 bekannt, die Landeklappen drehbar an einem auf einer Führungsschiene beweglich angeordneten Wagen angelenkt und somit verschiebbar, während ein angelenkter Hebel die Landeklappen in der Ausfahrbewegung nach unten schwenkt. In der Start- bzw. Landephase wird durch das Ausfahren nach hinten und das Wegklappen nach unten die Flügelfläche vergrößert.

In DE 31 33 961 A1 ist ebenfalls eine Vorrichtung zum Ausfahren und Schwenken einer Landeklappen offenbart, bei der sich die auf einem Wagen angeordnete Landeklappen auf einer abgelenkten Führungsschiene bewegt.

Die Möglichkeit zur Modifikation der Flügelhinterkante zur besseren Ausschöpfung des Strömungspotentials des Flügels von Verkehrsflugzeugen ist aber auch während des Reiseflugs erwünscht. Aus diesem Grund sind Anordnungen bekannt, die es ermöglichen die Kontur der Tragflügelhinterkante im Reiseflug zu verändern.

Bei einer Hinterkante gemäß DE 70 33 75 findet die Bewegungsübertragung auf die durch eine obere und untere Deckhaut begrenzte Steuerfläche über einen innerhalb des Profils an einer in Spannweitenrichtung verlaufenden Achse angelenkten Abtriebshebel und einen damit in Verbindung stehenden Hebel statt. Durch das Anbringen des Antriebshebels innerhalb der Steuerfläche ist bei größeren Ausschlägen allerdings kein knickfreies Verbiegen möglich.

Aus DE 42 43 203 A1 geht ebenfalls eine Hinterkante eines Tragflügels als bekannt hervor, bei der die elastische Verbiegung durch eine innenliegende, über eine in Spannweitenrichtung verlaufende Achse angelenkte, Platte durchgeführt wird.

In US 4 247 066 ist eine Hinterkante offenbart, bei der über im Innern des Profils in Strömungsrichtung verlaufende Gewindestangen die saugseitige und druckseitige Deckhaut bei Drehung gegeneinander verschoben und so eine elastische Verbiegung bewerkstelligen.

Es zeigt sich, daß bei der Mehrheit der bekannten Anordnungen keine kontinuierliche, knickfreie Verwölbung des Profils möglich ist. Außerdem liegt der Antrieb zur Veränderung der Hinterkantenkontur innerhalb des Tragflügels, was zu schlechten Übersetzungsverhältnissen und hohen Verstellkräften führt. Hinzu kommt, daß die im Innern angebrachten Verstellvorrichtungen meistens eine hohe Masse besitzen und zu Wartungszwecken schlecht zugänglich sind. Bewegliche Hinterkanten, die über Gestänge und Steuerarme angesteuert werden, sind zusätzlich noch aufwendig zu realisieren und weisen viele Verschleißteile auf.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Hinterkante eines Tragflügels dahingehend weiterzuentwickeln, daß unter weitgehender Beibehaltung des Aufbaus nach dem derzeitigen Stand der Technik eine elastische Verbiegung der Hinterkante mit geringem Kraftaufwand auch in

Grenzbereichen knickfrei nach oben und unten möglich ist und die hierfür notwendigen Betätigungsvorrichtungen zu Wartungszwecken leicht zugänglich sind.

Das Problem wird bei einem Tragflügel der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Betätigungsvorrichtung außerhalb des Profils der Landeklappen liegt, womit eine knickfreie elastische Verbiegung, d. h. eine Änderung der Wölbung des Tragflügelprofils im Bereich der Hinterkante erzielt wird.

Mit der erfindungsgemäßen Hinterkante wird die operationelle Flexibilität und Flugleistung für die jeweiligen Flugbedingungen erhöht und es können Treibstoffersparnisse erzielt werden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung liegt in der Krafteinleitung, die unter Ausnutzung der Landeklappen als Hebelarm die aufzuwendenden Stellkräfte um ein Vielfaches vermindert. Außerdem wird durch die Anordnung die Wölbung des Profils in einem vorgegebenen Bereich beliebig nach oben und unten variiert. Es zeigt sich ebenfalls, daß die erfindungsgemäße Anordnung durch eine minimale Änderung der bestehenden Konstruktion realisiert werden kann und nur eine geringe Anzahl an Betätigungsvorrichtungen bzw. Bewegungseinrichtungen benötigt werden, die bei Wartungsarbeiten gut zugänglich sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der zur Ausstellung der Landeklappen benötigte Mechanismus zum Anbringen der Betätigungsvorrichtung und der Bewegungseinrichtung an den tragenden Bauteilen des Tragflügels herangezogen. Bei konventionellen Tragflügeln ist, wie aus DE 41 07 556 bekannt, die Landeklappen über einen vorderen Lagerbock drehbeweglich auf einem Wagen angelenkt, der auf einer an tragenden Flügelteilen befestigten, in Strömungsrichtung verlaufenden, Führungsschiene beweglich angeordnet ist, was eine Verschiebung der Landeklappen möglich macht. Gleichzeitig wird während der linearen Bewegung über einen angelenkten Hebel der Hinterkantenwinkel verändert. Größere Tragflügel weisen mehrere Landeklappen auf, wobei jede einzelne Landeklappen auch über mehrere, in Richtung der Spannweite versetzte, Führungsschienen und zugehörige Hebel verstellt wird.

Vorzugsweise wird die Betätigungsvorrichtung zwischen dem Ende der Führungsschiene und der Klappenhinterkante angebracht. Dabei bewirken sowohl schienenseitige als auch klappenseitige Lager, daß die genannten Bauteile gegeneinander verdrehbar sind. Vorteilhaft wirkt sich aus, daß bei diesem Aufbau die Betätigungsvorrichtung, wenn sie arretiert ist, als Hebel zur Änderung des Hinterkantenwinkels beim Verschieben der Landeklappen eingesetzt wird. Die elastische Verbiegung der Klappenhinterkante kann erfolgen, indem die druck- und saugseitige Deckhaut aus elastischem Material hergestellt sind, zwischen denen in Spannweitenrichtung verlaufenden Stege die Struktur der Klappenhinterkante verstärken, ohne die elastische Verbiegung der Hinterkante zu beschränken. Ebenfalls aus Steifigkeitsgründen soll vorzugsweise die saugseitige Deckhaut der Klappenhinterkante im Bereich der Klappennase eine größere Stärke aufweisen als im hinteren Bereich, während die druckseitige Deckhaut eine homogene Dickenverteilung besitzt. Es können aber auch Umstände vorliegen, die es notwendig machen andere Aufbauten zu wählen.

Man kann die druckseitige Deckhaut an der Klappennase lagern und die saugseitige Deckhaut einen Spalt zur Klappennase aufweisen lassen, bevorzugt ist aber die biegegewiche Klappenhinterkante über die saugseitige Deckhaut an der biegesteifen Klappennase gelagert und die tangential Verschiebung der druckseitigen Deckhaut wird über einen strömungsgünstig abgedeckten Spalt zwischen Klappennase und Klappenhinterkante bewerkstelligt. Insoweit eine von

beiden Deckhäuten stärker ausgebildet ist, soll die Klappen-
hinterkante an dieser an der Klappennase gelagert sein. Der
Spalt zwischen Klappennase und Klappenhinterkante kann
ebenso wie die Betätigungsvorrichtung in der Ausfahrbewe-
gung der Landeklappe während der Lande- bzw. Startphase
blockiert werden.

Zur Unterstützung der flexiblen Klappenhinterkante ist es
vorteilhaft zwischen dem Verbindungsbereich von Klappen-
nase/Klappenhinterkante und dem klappenseitigen Lager
der Betätigungsvorrichtung eine Bewegungseinrichtung an
der Klappenhinterkante anzubringen. Diese Bewegungsein-
richtung verhindert ein durch die Strömungslasten bedingtes
Durchbiegen der flexiblen Hinterkante zur Saugseite hin
und ermöglicht es eine gewünschte Biegelinie der Hinter-
kante zu erzeugen. Damit die Bewegungseinrichtung die
Bewegung der Landeklappe während der Lande- bzw. Start-
phase nicht behindert, ist es vorteilhaft, die Bewegungsein-
richtung über ein Gestell an dem für die Linearbewegung
der Landeklappe auf der Führungsschiene verantwortlichen
Schlitten anzulenken. Zu diesem Zweck kann die Bewe-
gungseinrichtung auch in einer neutralen Stellung arretiert
werden.

Bei dem oben erwähnten Bewegungsmechanismus zum
Ausfahren der Landeklappe während der Start- bzw. Lande-
phase wird diese nach hinten bewegt und über die starre Be-
tätigungsvorrichtung nach unten geklappt, weshalb die Lan-
deklappe gegenüber dem Schlitten um eine in Spannweiten-
richtung verlaufende Achse drehbar sein muß. Da die Dreh-
bewegung um die in Spannweitenrichtung verlaufende
Achse während des Reiseflugs – wenn die flexible Hinter-
kante zum Einsatz kommt – unerwünscht ist, ist diese Dreh-
ung blockierbar. Man könnte die Klappennase mit einem
festen und einem entriegelbaren Bolzen drehbeweglich
blockierbar an dem Lagerbock anbringen und den Lager-
bock start mit dem Schlitten verbinden, aber es ist vorteil-
haft, den Schlitten und den Lagerbock durch einen festen
und einen entriegelbaren Bolzen zu verbinden, während die
Klappennase start an den Lagerbock angelenkt ist.

Die Blockierung der Drehbewegung der Landeklappe
bzw. der tangentialen Verschiebung der Deckhäute und die
Ansteuerung von Bewegungseinrichtung bzw. Betätigungs-
vorrichtung werden im Reiseflug und in der Start- bzw. Lan-
dephase über eine Steuereinheit koordiniert. Bei Tragflügeln
mit mehreren Führungsschienen pro Landeklappe läßt sich
die flexible Hinterkante spannweitig differenziert anschla-
gen, indem die Hinterkantenstruktur über benachbarte Be-
tätigungsvorrichtungen unterschiedlich ausgelenkt wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand zweier in Zeich-
nungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher beschrie-
ben, aus denen sich weiter Einzelheiten, Merkmale und Vor-
züge ergeben.

Es zeigt

Fig. 1 einen in Strömungsrichtung verlaufenden Schnitt
durch eine an einem Schlitten angelenkten Landeklappe mit
flexibler Hinterkante und der an einer Führungsschiene an-
gebrachten Betätigungsvorrichtung.

Fig. 2 eine Ausführungsform entsprechend Fig. 1 mit ei-
ner an dem Schlitten angebrachten Bewegungseinrichtung.

Fig. 3 einen in Strömungsrichtung verlaufenden Schnitt
durch die Klappenhinterkante einer Landeklappe mit Auf-
bau der Haut-Steg-Kombination.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung handelt es sich um
einen Schnitt durch den Hinterkantenbereich eines Tragflü-
gels 10 für ein Verkehrs- oder Transportflugzeug, an dem
eine teilweise durch einen Spoiler 11 bedeckte Landeklappe
20 angeordnet ist. Letzterer ist, um die Verstellbarkeit bzw.
Verfahrbarkeit in der Start- bzw. Landephase und im Reise-
flug zu gewährleisten, ein Antriebs- und Führungssystem

zugeordnet, das sich im einzelnen aus nachfolgenden Kom-
ponenten zusammensetzt, die in der Nähe der seitlichen
Endbereiche, zu Verstärkungszwecken aber auch in der
Mitte, der Landeklappen, angeordnet sind: Eine Führungs-
schiene 30 dient zur Aufnahme eines in Schienenrichtung
verschiebbaren Schlittens 31, an dem über einen vorderen
Lagerbock 32 die Landeklappe 20 angelenkt ist. Dabei ist
im Fall des hier dargestellten Ausführungsbeispiels die
Klappennase 21 mittels zweier fester Bolzen 27 am vorderen
Lagerbock 32 angebracht, während die Verbindung zwi-
schen Schlitten 31 und vorderem Lagerbock 32 über einen
ersten entriegelbaren Bolzen 34 und einen ersten festen Bolzen
33 stattfindet, um den die Drehung der Landeklappe um
eine in Spannweitenrichtung verlaufende Achse in der Start-
bzw. Landephase erfolgt. Am hinteren Ende der Führungs-
schiene 30 ist über ein schienenseitiges Lager 35 die Betä-
tigungsvorrichtung 29 drehbeweglich angelenkt. Diese ist im
Endbereich der Klappenhinterkante 22 mittels eines klappenseitigen
Lagers 28 drehbeweglich an der Landeklappe
20 befestigt. Durch die in diesem Beispiel angeführte An-
ordnung klappt die in neutraler Stellung arretierte Betä-
tigungsvorrichtung 29 beim nach hinten fahren der Lande-
klappe 20 während der Start- bzw. Landephase auf einer
Kreisbahn nach hinten, was die Wölbung des Tragflügels er-
höht. Die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung 29 ist
auch bei anderen geeigneten Mechanismen zur translatorischen
Bewegung und Änderung des Hinterkantenwinkels
der Landeklappe, z. B. Stabkonstruktionen, einsetzbar.

Die Klappenhinterkante 22 ist im Falle des hier darge-
stellten Beispiels nur über die saugseitige Deckhaut 23 an
der Klappennase 21 start gelagert. Die druckseitige Deck-
haut 24 weist zur Klappennase 21 einen Bewegungsfrei-
raum 25 auf, der mittels einer Abdeckung 26 strömungsgün-
stig verkleidet ist. In dieser Anordnung werden im flexiblen
Einsatz der Landeklappe 20 während des Reiseflugs, wenn
die Betätigungsvorrichtung 29 den Abstand zwischen Füh-
rungsschiene 30 und Klappenhinterkante 22 variabel modi-
fiziert und eine Veränderung der Hinterkantenwölbung her-
beiführt – der Ausschlag nach oben ist strichpunktiert darge-
stellt – die Spannungen in den saugseitigen und druckseiti-
gen Deckhäuten 23, 24 minimiert. Die elastische Verbie-
gung liegt in einem Bereich von $\pm (15-20)^\circ$, wobei der
Scheitelpunkt des Winkels in einem Abstand von 10% der
lokalen Profiltiefe des Flügels von der hinteren Kante der
Landeklappe angetragen wird und zwischen saugseitiger
und druckseitiger Deckhaut 23, 24 liegt.

Fig. 2 zeigt eine modifizierte Konfiguration einer an einen
Tragflügel 10 angelenkten und teilweise von einem Spoiler
11 bedeckten Landeklappe, die sich dahingehend von dem
in Fig. 1 dargestellten Aufbau unterscheidet, daß eine Bewe-
gungseinrichtung 29a an der Klappenhinterkante 22 zwi-
schen Klappennase 21 und klappenseitigem Lager 28 der
Betätigungsvorrichtung 29 angebracht ist. Um einen stören-
den Einfluß der Bewegungseinrichtung 29a beim Aus-
schwenken der Landeklappe 20 während der Start- bzw.
Landephase zu verhindern, ist diese in dem dargestellten
Ausführungsbeispiel über einen biegesteifen Träger 36 und
den vorderen Lagerbock 32 am Schlitten 31 befestigt und
wird mit diesem mitbewegt.

In Fig. 3 ist der Aufbau der flexiblen Klappenhinterkante
22 dargestellt. Eine druckseitige Deckhaut 24 ist über meh-
rere in Spannweitenrichtung verlaufende Stege 24a, deren
Längen nach hinten hin abnehmen, mit der saugseitigen
Deckhaut 23, deren Dicke sich im dargestellten Ausfüh-
rungsbeispiel vom Befestigungsbereich 25a zur Klappen-
nase 21 nach hinten verringert, verbunden. Eine Verände-
rung der Anzahl der Stege 24a und der Querschnittsdimen-
sionierung der Deckhäute und Stege führt zu einer Variation

der Steifigkeit der Klappenhinterkante 22.

Patentansprüche

1. Tragflügel (10) mit mindestens einer die Hinterkante des Tragflügels bildenden und über einen Bewegungsmechanismus angelenkten Landeklappe (20), mit einer Klappennase (21), einer durch eine saugseitige Deckhaut (23) und eine druckseitige Deckhaut (24) begrenzte Klappenhinterkante (22) und einer Betätigungsvorrichtung (29) zur elastischen Verbiegung der Hinterkante, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Betätigungsvorrichtung (29) außerhalb des Profils der Landeklappe liegt. 5
2. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappennase (21) biegesteif und die Klappenhinterkante (22) biegeweich ausgebildet ist. 10
3. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappenhinterkante (22) als Haut-Steg-Kombination ausgebildet ist, bei der die saugseitige Deckhaut (23) und die druckseitige Deckhaut (24) über spannweitig verlaufende Stege (24a) verbunden sind. 20
4. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der saugseitigen Deckhaut (23) und/oder der druckseitigen Deckhaut (24) der Klappenhinterkante in Strömungsrichtung variabel ausgestaltet ist. 25
5. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Verbindungsbereich von Klappennase (21) und Klappenhinterkante (22) und dem klappenseitigen Lager (28) der Betätigungsvorrichtung (29) eine die Bewegung der Landeklappe (20) mitausführende Bewegungseinrichtung (29a) angebracht ist. 30
6. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die saugseitige Deckhaut (23) und/oder druckseitige Deckhaut (24) der Klappenhinterkante (22) begrenzt tangential gegenüber der Klappennase (21) verschiebbar ist/sind. 35
7. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die tangentiale Verschiebung zwischen Klappennase (21) und saugseitiger Deckhaut (23) und/oder druckseitiger Deckhaut (24) der Klappenhinterkante (22) durch einen Bewegungsfreiraum (25) durchgeführt wird. 40
8. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsmöglichkeit zur tangentialen Verschiebung der saugseitigen Deckhaut (23) und/oder druckseitigen Deckhaut (24) blockierbar ausgebildet ist. 45
9. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bewegungsmechanismus zum Ausfahren der Landeklappe (20) als Führungsschiene (30) ausgebildet ist, auf der ein über einen vorderen Lagerbock (32) mit der Klappennase (21) verbundener Schlitten (31) nach hinten beweglich ist. 50
10. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsvorrichtung (29) zwischen Klappenhinterkante (22) und der Führungsschiene (30) angebracht ist. 55
11. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungseinrichtung (29a) an dem Lagerbock (32) angelenkt ist. 60
12. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Landeklappe (20) im Bereich der Klappennase (21) um eine in Spannweitenrichtung verlaufende Achse drehbar gelagert ist. 65
13. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehung der Landeklappe (20) um die in Spannweitenrichtung verlaufende Achse blockierbar ist.
14. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse ein in Spannweitenrichtung verlaufender, den Schlitten (31) und den vorderen Lagerbock (32) drehbar verbindender erster fester Bolzen (33) ist und die Klappennase (21) starr mit dem vorderen Lagerbock (32) verbunden ist.
15. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse ein in Spannweitenrichtung verlaufender, die Klappennase (21) und den vorderen Lagerbock (32) drehbar verbindender zweiter fester Bolzen ist und der Schlitten (31) starr mit dem vorderen Lagerbock (32) verbunden ist.
16. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blockierung der Drehung der Landeklappe (20) über mindestens einen ersten Verriegelungsbolzen (34) zwischen dem Schlitten (31) und dem vorderen Lagerbock (32) bewerkstelligt wird.
17. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blockierung der Drehung der Landeklappe (20) über mindestens einen zweiten Verriegelungsbolzen zwischen der Klappennase (21) und dem vorderen Lagerbock (32) bewerkstelligt wird.
18. Tragflügel nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Dreh- und Linearbewegungen der Landeklappe und die Blockierung der Deckhautverschiebung über eine Steuereinheit koordinierbar sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

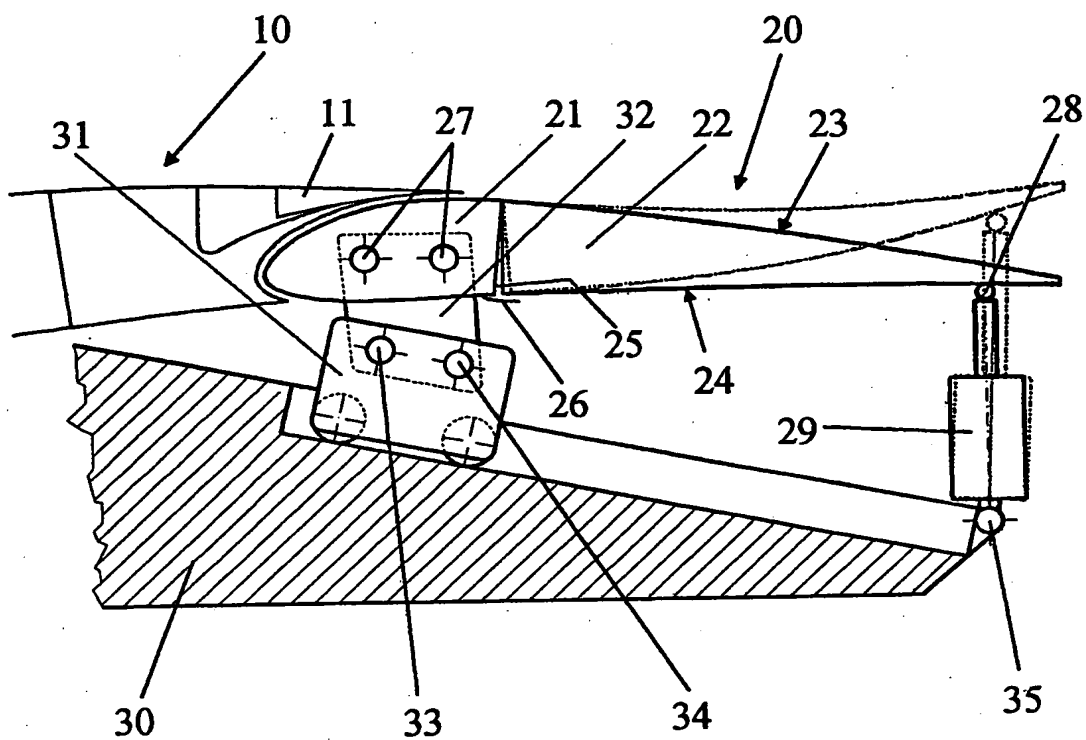


Fig. 2

